УДК 552.578.2:553.982(571.16)

РОЛЬ ДИЗЪЮНКТИВНОЙ ТЕКТОНИКИ В ФОРМИРОВАНИИ ПУСТОТНОГО ПРОСТРАНСТВА В КОЛЛЕКТОРАХ ПЛАСТА $Ю_1^3$ ЗАПАДНО-МОИСЕЕВСКОГО УЧАСТКА ДВУРЕЧЕНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Н.М. Недоливко, А.В. Ежова, Т.Г. Перевертайло, Е.Д. Полумогина

Томский политехнический университет
E-mail: nedolivko@ngf.tomsk.ru, ezsovaav@ngf.tomsk.ru

На основе литолого-петрографического анализа показано, что формирование пустотно-порового пространства в нефтенасыщенных песчаниках пласта $Ю_1^3$ васюганской свиты (скважина 31Р, Западно-Моисеевский участок Двуреченского месторождения) обусловлено взаимодействием процессов, протекающих при седиментогенезе, диагенезе, катагенезе и наложенном эпигенезе. Условия седиментации определили приуроченность наибольших сечений седиментогенных пор к более крупнозернистым песчаникам; стадиальные изменения привели к уплотнению. Разуплотнение пород и вторичная емкость (трещиноватость, микропоры по контурам и внутри зерен, межпакетные поры в каолинитовом цементе) образовались в результате тектонической деформации и растворения углекислотой, поступившей по разлому, в пределах зоны влияния которого пробурена скважина. Дополнительное поровое пространство сформировалось при растворении обломков продуктами окисления нефти на древнем водонефтяном контакте. В результате породы приобрели близкий к мономинеральному (кварц) состав обломков и биминеральному (кварц-каолинитовый) состав цементов.

Введение

Анализ коллекторских свойств песчаников пласта $Ю_1^3$ васюганской свиты, вскрытого в интервале глубин 2713,0...2724,0 м скважиной 31Р на Западно-Моисеевском участке Двуреченского месторождения, показал очень высокие значения пористости ($K_п$=15,4...23,2 %) и проницаемости ($K_{пр}$=40,3...2370,2 мД); намного выше, чем в других скважинах Двуреченско-Западно-Моисеевской зоны. В результате испытаний, проведенных в верхней части пласта в интервале 2713,0...2718,0 м, получен высокодебитный приток нефти с пластовой водой ($Q_н$=118 м^3/сут., $Q_в$=13,1 м^3/сут., $H_{дин.}$=1540 м).

С целью установления факторов, объясняющих аномально высокие коллекторские свойства песчаников, из образцов, в которых определялись коллекторские свойства, изготавливались прозрачные шлифы (38 штук) обычным способом (в ОАО "ТомскНИПИнефтьВНК") и с использованием предварительного насыщения пород под давлением окрашенной смолой (в ОАО "СургутНИПИнефть"). Микроскопические исследования проводились интеграционным способом по методике О.А. Черникова [1].

В административном отношении район работ расположен на юго-западе Каргасокского района Томской области; в тектоническом плане – в пределах Верхневасюганского антиклинория – самой западной антиклинорной зоны инверсионного типа в составе Центрально-Западно-Сибирской складчатой системы [2]. Скважина 31Р пробурена на северо-западном склоне Западно-Моисеевской структуры III порядка, осложняющей Моисеевское куполовидное поднятие, расположенное в южной части Каймысовского свода, в непосредственной близости от разлома северо-западного простирания.

1. Влияние гранулометрического и минералогического состава на формирование коллекторских свойств песчаников

Пласт $Ю_1^3$ сложен 11-метровой толщей песчаников, преимущественно массивных, участками с прерывистой неясной горизонтальной и волнистой слоистостью, средне отсортированных (S_o=2,1...3,5) крупно-средне-, средне- и средне-мелкозернистых (медианный диаметр от 0,26 до 0,68 мм), карбонатизированных в кровле. Гранулометрический спектр пород отличается повсеместным преимущественным развитием крупно- и среднепесчаных фракций над мелкопесчаными, алевритовыми и глинистыми. Несмотря на то, что в пределах шлифа обломочный материал распределен равномерно, по разрезу отмечается незакономерная послойная дифференциация изменения гранулометрического состава. Особенно она заметна в подошвенной и кровельной частях пласта, где на фоне преобладания среднезернистого состава отмечаются прослои с высоким содержанием крупнопсаммитовой фракции. Сдвиг гранулометрического равновесия в сторону повышения содержания крупных фракций напрямую отражается на улучшении коллекторских характеристик пород.

В минералогическом составе породообразующей части песчаников (среднее содержание по пласту 61,8 %) составляют зерна *кварца*. По сравнению с песчаниками пласта $Ю_1^3$ других скважин (21Р, 22Р, 24Р, 25Р и 30Р) Западно-Моисеевского участка количество его увеличивается в 1,5...2 раза.

Полевые шпаты (ПШ), среднее содержание которых 11,3 %, представлены микроклином и альбитом. Они в разной степени подвержены вторичным преобразованиям: трещиноватости, выщелачиванию, ожелезнению, серицитизации и пелитизации, вследствие этого преимущественное развитие получили интенсивно- и среднеизмененные разности, а зерна со слабой степенью замещения встречаются очень редко.

Среди *обломков пород* (среднее содержание 25 %) встречаются породы осадочного и магматического генезиса. В составе осадочных – преобладают (10 %) кремнистые породы: кварциты, радиоляриты, спонголиты, халцедонолиты, кремнисто-слюдистые сланцы. Магматические породы (11 %) представлены в основном кислыми и средними разностями: кварцевыми порфирами, гранитоидами (пегматитами, гранитами), андезитами;

реже присутствуют ожелезненные и хлоритизированные эффузивы основного состава. К обломкам пород отнесены слюдистые и глинистые обломки прямоугольной формы, образованные за счет сильного изменения полевых шпатов.

Второстепенные минералы – слюды, хлорит, пирит и лейкоксен и *акцессорные* – сфен, турмалин, циркон, рутил и апатит – составляют не более 2...4 %.

Значения коэффициента степени изменения осадочных пород, предложенного Л.В. Орловой [3], изменяются в пределах от 0,46 до 0,60. В большинстве своем обломки соединены конформным и инкорпорационным способами. Образующиеся при этом вторичные линейные и вогнутые контакты встречаются примерно в равных соотношениях, точечные – отмечаются значительно реже. Подобное соединение зерен при средней отсортированности обломков и низком содержании цемента (его количество не превышает 10 %) в общем случае делает каркас песчаных пород достаточно прочным, а ФЕС относительно невысокими, что наблюдается в одновозрастных песчаниках, вскрытых соседними скважинами [4].

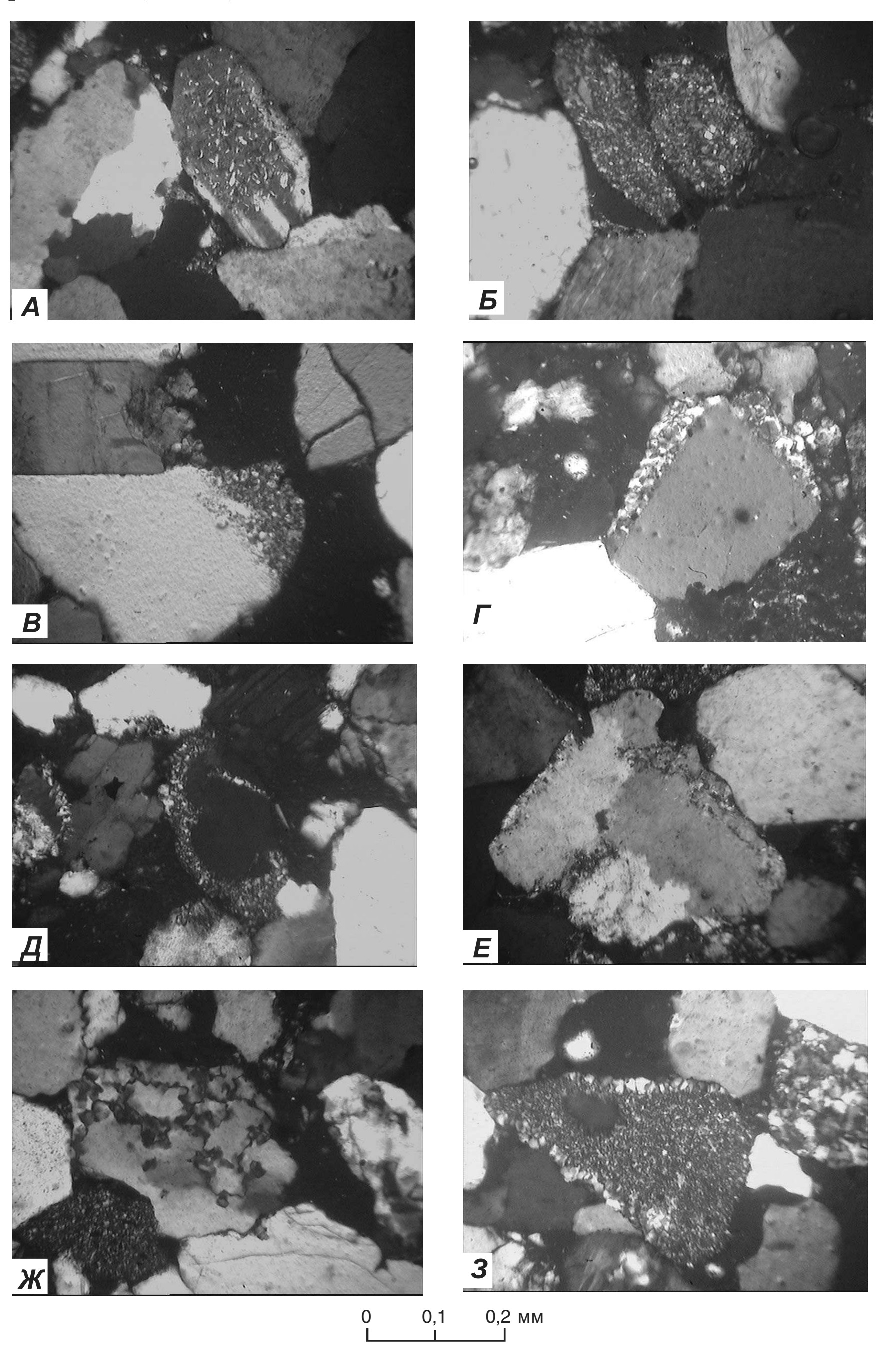


Рис. 1. *Особенности изменения обломков в песчаниках: А) реликтовое зерно средне измененного (серицитизированного) плагиоклаза с сохранившимся двойниковым строением; Б) реликты зерен сильно измененного (серицитизированного) плагиоклаза; В) растворение кварцевого зерна в участке, выступающем в свободную пору; Г, Д) растворение и грануляция кварцевых обломков по краям; Е, Ж) растворение кварца, подчеркнутое нефтяным веществом; З) перекристаллизация обломка кремнистой породы*

Но песчаные породы из скважины 31Р характеризуются значительным растворением и специфическим составом обломочной части, по сравнению с одновозрастными песчаниками, вскрытыми в соседних скважинах. Большинство обломочных зерен независимо от состава интенсивно растворено по периферии и имеет тонкопильчатые и заливообразные края. Вследствие более интенсивно проявленного растворения обломков пород и полевых шпатов, от которых зачастую сохранились лишь реликты (рис. 1, *А*, *Б*), в терригенной части существенно преобладает кварц.

Растворению подвергаются и отдельные кварцевые обломки: поверхность их отличается шероховатостью и микроноздреватостью, а свойственная основному ядру одинаковая оптическая ориентировка, в краевых участках приобретает мозаичный характер (рис. 1, *В*, *Г*, *Д*). Часто растворение подчеркнуто пленками битуминозного вещества (рис. 1, *Е*, *Ж*). В кремнистых породах в краевых частях и по трещинам отмечается перекристаллизация материала с образованием микрогранобластовой структуры (рис. 1, *З*). Иногда растворение, протекающее в одних участках кварцевых зерен, сопряжено с грануляцией или регенерацией соседних участков этого же зерна.

Интенсивность растворения увеличивается с ростом размерности обломочной составляющей, т.к. в породах с более крупным гранулометрическим составом, благодаря более равномерному распределению порового пространства, увеличенным размерам остаточных седиментогенных пор и повышенной степени их сообщаемости, циркуляция растворов более свободная, чем в мелкозернистых разностях.

Особенностью изменения обломочной части является также деформация обломков. В ряде случаев она связана с катагенетическим уплотнением, когда зерна сдавлены, катаклазированы, претерпели частичное изменение оптической ориентировки (рис. 2, *А*, *Б*).

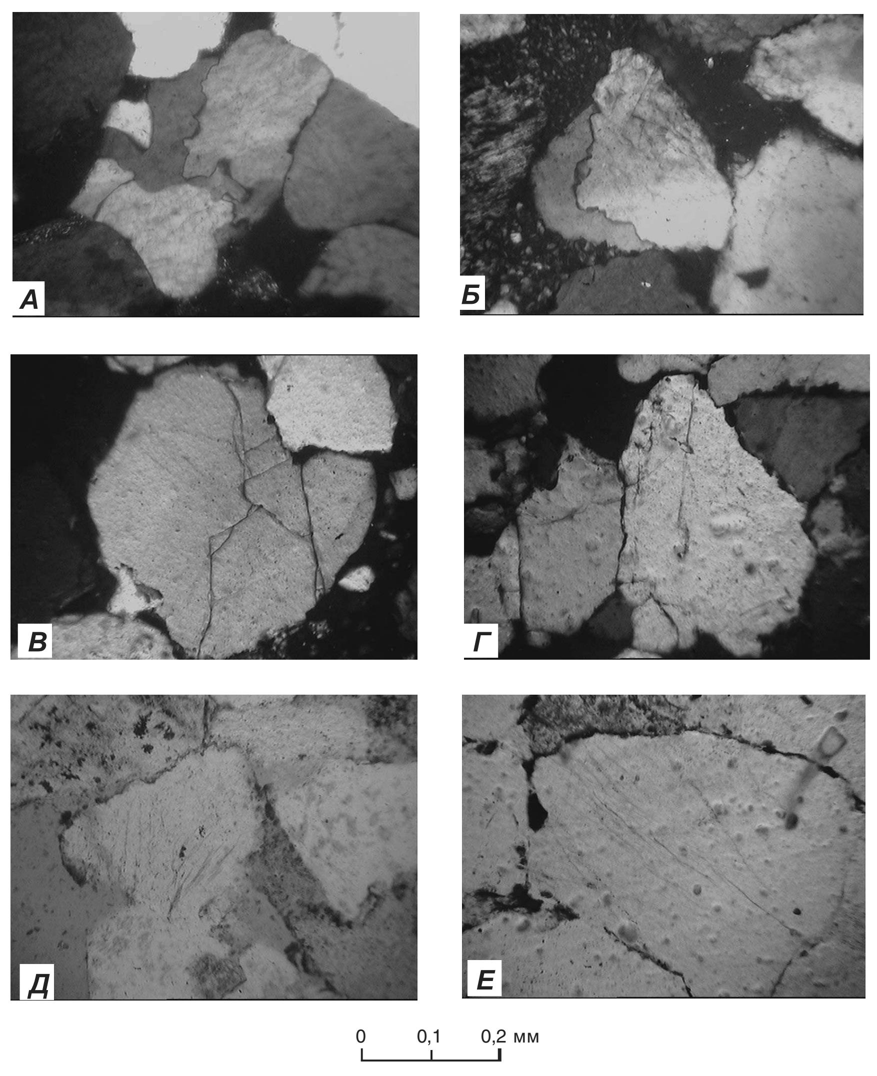


Рис. 2. *Типы деформации обломков в песчаниках: А, Б) пластичная катагенетическая деформация кварцевых обломков; В, Г) жесткая деформация кварцевых обломков с субпараллельными трещинами, на стенках трещин примазки нефтяного вещества; Д, Е) жесткая деформация кварцевых обломков с веерообразными трещинами, заполненными нефтяным веществом*

Вместе с тем, повсеместно в обломках наблюдается появление субпараллельных или секущих жестких линейных трещин разрыва (рис. 2, *В*, *Г*). Они заметны как в полевых шпатах, так и в обломках кварца, для которых подобная конфигурация трещин и их параллелизм не характерны: в данном минерале излом распространяется бессистемно и носит преимущественно раковистый, извилистый и неровный характер. Трещины разрыва часто заполнены нефтяным веществом (рис. 2, *Д*, *Е*). Наиболее вероятное объяснение их появлению находится в связи с проявлением тектонических процессов.

2. Значение цементов в формировании коллекторских свойств песчаников

К особенностям песчаников следует отнести невысокое общее содержание цемента, развитие порового и пленочного типов цементации и специфический состав цементирующей массы, главными составляющими которой являются вторичные минералы. Первичный сидеритовый, слюдистый, хлоритовый и неразделенный глинисто-хлорит-слюдистый цемент сохранился в ничтожно малых количествах и только в тупиковых участках пор между отдельными обломками. Вторичный, существенно кварц-каолинитовый (с непостоянной примесью кальцита, доломита, лейкоксена, гидрослюды, пирита) цемент, отличается минералогической чистотой и генетической последовательностью новообразований, формирование которых связано как с замещением одних минеральных фаз другими, так и с синтезом из минерализованных растворов, циркулирующих в пласте.

Ранее других за счет трансформации хлорит-слюдистого материала образовались гидрослюды. Они хорошо раскристаллизованы, имеют высокие интерференционные окраски (желтые тона), образуют тонкие пленки вокруг обломочных зерен (рис. 3, *А*), окружая их полностью или частично.

Одной из главных особенностей является вторичное минералообразование, протекающее за счет выпадения новых минеральных фаз из растворов, циркулирующих в свободном поровом пространстве. Оно проявлено повсеместно: как в ярко выраженном повышенном содержании новообразованного кварца (до 35 % обломочных зерен кварца регенерировано), так и в кристаллизации вторичных каолинитовых и, реже, карбонатных и пиритовых цементов.

Кварц синтезируется раньше других минералов, кристаллизующихся непосредственно из поровых растворов. Он образует неполные и полные регенерационные каемки вокруг зерен (рис. 3, *Б*, *В*), плохо сформированные крустификаты, щеточки из кристаллических занорышей, перпендикулярных поверхности обломков (рис. 3, *Г*), а также нарастания с хорошо выраженными кристаллографическими очертаниями в виде граней, вершин, ребер (рис. 3, *Д*). Новообразованные каемки часто имеют одинаковую оптическую ориентировку с материнским ядром и не отделяются от него. Иногда они отделены от обломочных зерен пылеватыми глинистыми частицами, чешуйками слюды, пленками нефтяного вещества (рис. 3, *Ж*). В редких случаях отмечается регенерация полевых шпатов (рис. 3, *Е*). Отмечены две генерации кварцевых новообразований. Кварц I генерации отделен от материнского зерна глинистой пылью и пленками гидрослюд, и тяготеет к отдельным растворяющимся на стыках зернам. Кварц II генерации либо не отделен от основного ядра, либо отделен от него нефтяным веществом. Последний факт свидетельствует о том, что образование более поздней генерации кварца осуществлялось уже после поступления нефти в коллектор. Синтез кварца второй генерации не связан с перераспределением вещества, вызванном растворением конкретных зерен при уплотнении пород в катагенезе, как в первом случае. Его образование связывается с массовым перетоком кремнийсодержащих растворов в свободном поровом пространстве.

Каолинит кристаллизуется еще позднее и является основной составляющей поровых цементов. Он выполняет центральные части пор, не содержит примесей, хорошо раскристаллизован, образует крупнопакетные агрегаты (рис. 3, *З*) равномерно-кристаллической структуры, при этом наиболее крупнопакетный каолинит кристаллизуется в более крупнозернистых разностях песчаников, где за счет увеличенных размеров первичных пор (по сравнению с мелкозернистыми разностями) создаются наиболее благоприятные условия для кристаллизации.

Новообразованным *карбонатам* принадлежит незначительная роль, среди них отмечается лишь кальцит и доломит, распределенные в каолинитовой массе в виде микроскопических призматических и ромбоэдрических кристаллов.

Пирит относится к минералам, возникшим из растворов, обогащенных продуктами окисляющейся нефти. Минерал постоянно ассоциирует с окисленным нефтяным веществом, встречается в виде тонкой сыпи или скоплений мелких кристаллов.

3. Структура пустотного пространства и нефтенасыщение

Заполнение порового пространства первичным и новообразованным цементом осуществляется с сохранением в той или иной степени свободного пустотного пространства. Оно представлено крупными сообщающимися между собой остаточными седиментогенными межзерновыми порами, величина и морфология которых определяется, наряду с седиментогенным, двумя ведущими факторами: подновлением процессами растворения зерен и ростом новообразований. В шлифах наблюдается сочетание пор с сильно извилистыми заливообразными границами (в участках растворения) и пор с ровными краями (в участках регенерации). Сечение пор чаще всего измеряется 0,1...0,35 мм, но ва-

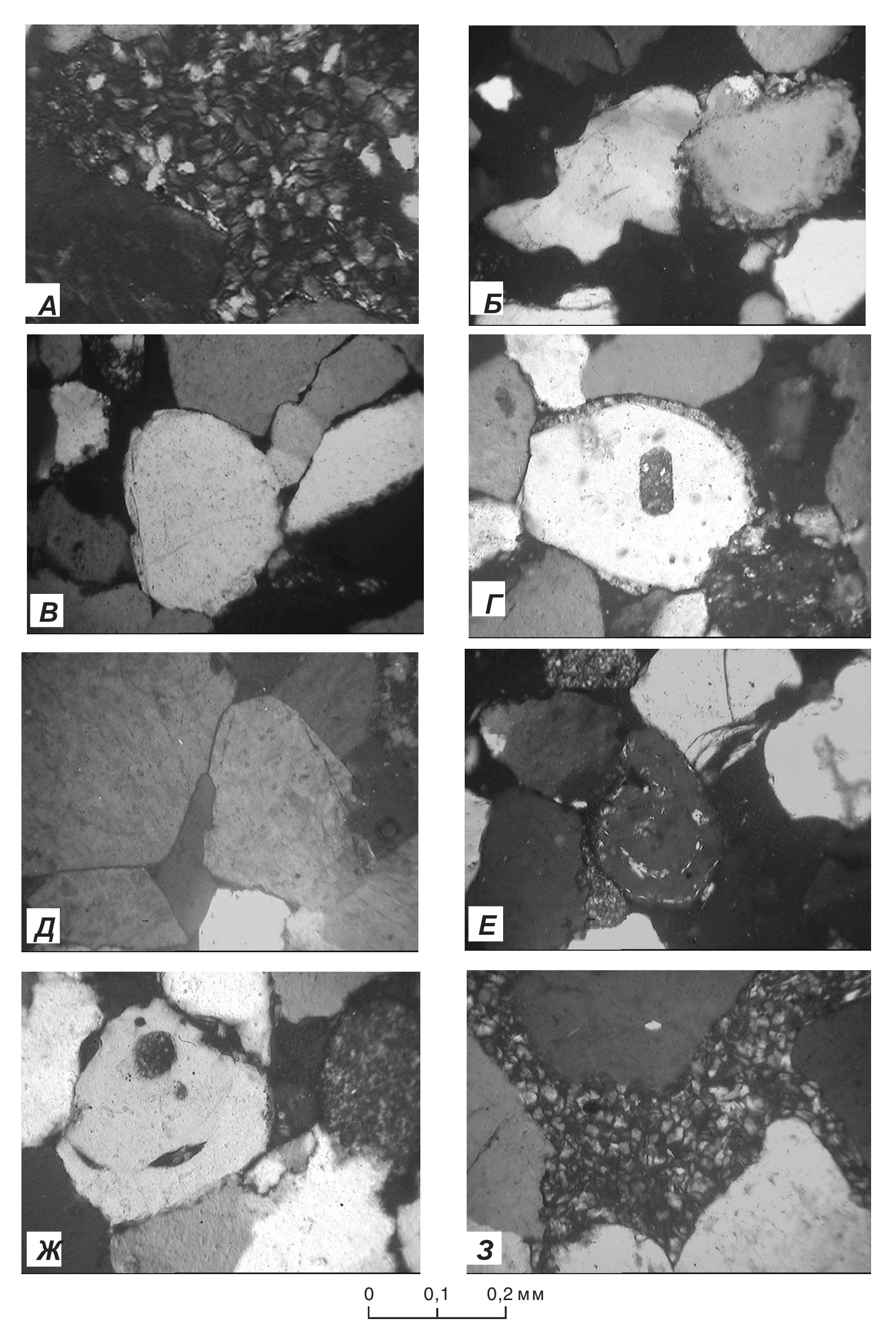


Рис. 3. *Особенности цементов песчаников: А) пленочный гидрослюдистый и поровый каолинитовый цемент; Б, В) регенерационный кварцевый с пленкой битума на материнском зерне; Г) инкрустационный кварцевый с плохо образованными кристаллами вторичного кварца; Д) регенерационный кварцевый с уничтожением пор; Е) регенерационный полевошпатовый с каймой, отделенной чешуйками слюды; Ж) регенерационный кварцевый с каймой, "законсервировавшей" капли нефти; З) поровый крупнопакетный каолинитовый*

риации размеров гораздо шире и укладываются в пределы 0,05...0,72 мм, при этом чем крупнее размер обломков, тем больше размеры сечений свободных от минерализации пор. Свободное пустотное пространство в шлифах составляет 9,2...23,5 %.

Очень мелкие капиллярные поры с сечением 0,01...0,03 мм образованы в межпакетных промежутках порового каолинита. Соответственно с размерами остаточных седиментогенных пор и приуроченностью крупнопакетных агрегатов к более крупнозернистым разностям, размер межпакетных пор в последних также крупнее. Благодаря повсеместному развитию порового каолинита и равномерному распределению в нем межпакетных пор, в песчаниках обеспечивается хорошая степень сообщаемости порового пространства, и постседиментационная каолинитизация пород приводит к их разуплотнению, разрыхлению, повышению емкостных свойств [5–7]. Кроме межзерновой и межпакетной, хорошо развита внутризерновая пористость, которая наиболее заметно проявляется в зернах ПШ и агрегатных пород (гранитоидов, эф-

фузивов, кварцитов). Возникновение ее связано с проникновением растворов по трещинам спайности, двойниковым швам, ослабленным трещиноватым зонам. Выщелачивание сопровождается образованием пор размером 0,01...0,1 мм.

Часть пор в песчаниках заполнена нефтяным веществом, количество которого уменьшается вниз по разрезу. Коэффициент нефтенасыщения, измеренный по шлифам, изменяется от 9,5 до 1,5 %. Цвет нефтяного вещества варьирует от темно-желтого до темно-бурого, почти черного в нижней части пласта. Присутствие окисленного в разной степени нефтяного вещества наблюдается в породах повсеместно: в виде пленок и примазок на обломках и в микротрещинах, а также вязких масс, заполняющих поры. Нефтяное вещество подчеркивает контуры растворенных обломков, избирательно по ослабленным растворением участкам пропитывает зерна, выполняет в них мельчайшие пустотки: трещины спайности, тектонические трещины жесткой деформации, микропоры растворения, промежутки между разными генерациями вторичного кварца, между кристаллическими новообразованиями в крустификатах, заполняет поры между зернами. В отдельных участках темно-бурое нефтяное вещество (битум) ассоциирует с пиритом. Наиболее крупные поры свободны от нефтяного вещества. Это объясняется тем, что легкие фракции нефти улетучиваются еще при извлечении керна, затем испаряются при изготовлении шлифов, а тяжелые окисленные более вязкие компоненты сохраняются в мелком пустотном пространстве.

Таким образом, в исследованных песчаных породах проявлены следующие процессы: растворение, деформация обломков, перекристаллизация, замещение одних минеральных фаз другими, синтез минеральных фаз из растворов, нефтенасыщение.

4. Обсуждение результатов

Особенности минерального состава новообразований (регенерационный кварц I генерации и пленочный гидрослюдистый цемент), значения коэффициента изменения осадочных пород, равное 0,46 до 0,60, а также температура прогрева отложений, достигающая 85,3 °С, позволяют стадиальные преобразования песчаников на данном этапе их существования отнести к среднему-позднему катагенезу [8] к этапам формирования кварца и диоктаэдрической гидрослюды, по Г.Н. Перозио [9]. Вместе с тем они не объясняют причин формирования высоких коллекторских свойств песчаников пласта $Ю_1^3$ скважины 31Р, несопоставимых с таковыми в соседних скважинах.

Расположение скважины в районе активной тектонической деятельности с широким развитием дизъюнктивных нарушений позволяет объяснить многие вопросы формирования: наличие жесткой деформации обломков, интенсивное растворение обломочного каркаса и цемента, появление новых минералогически чистых фаз, разуплотнение коллектора, вынос растворенных компонентов (и в первую очередь, карбонатов) за его пределы, и, как следствие, высокие ФЕС.

Углекислый газ или глубинные углекислые гидротермы, поступая в коллектор по разломам, способствовали резкому повышению кислотности поровых растворов и понижению pH. С изменением кислотности поровых растворов начинается осаждение из них элементов, ранее растворенных; регенерируются кварцевые и кремнистые обломки, синтезируется поровый каолинит и др. Кроме того, кислые агрессивные растворы интенсивно растворили неустойчивые при понижении pH минералы: карбонаты, алюмосиликаты, силикаты и др. (как уже говорилось выше, карбонатная примесь в изученных песчаниках незначительна, контуры обломков сильно растворены, первичный цемент практически отсутствует). Растворение трудно растворимых алюмосиликатов и силикатов происходило частично и сопровождалось выносом Ca, Mg, Fe, Na, Al и др. При этом в локальных участках за счет поступления щелочных и щелочноземельных элементов возрастала щелочность поровых вод и, как следствие этого, происходило замещение одних минералов другими (замещение полевых шпатов серицитом, каолинитом), протекающее, как правило, с увеличением внутризерновой и капиллярной пористости. По мере пресыщения растворов катионами начинается осаждение элементов в виде новых минеральных фаз. В кислой среде ($pH<4$) кремний, содержащийся в поровых растворах, становится мало подвижным и выпадает в виде кварца (регенерационные каемки второй генерации). Массовую регенерацию кварцевых обломков в песчаниках из приразломных зон отмечают многие исследователи, в том числе З.Я. Сердюк [7, 10], Т.Н. Дергачева и К.С. Кондрина [11]. С падением кислотности и увеличением щелочности растворов (до pH=4...8) снижается и подвижность алюминия, который выпадает в виде каолинита. Растворение обломков и цемента, переотложение растворенных компонентов в виде новообразованных минеральных фаз, вынос карбонатов за пределы коллектора и формирование вторичного пустотно-порового пространства связаны с опережающим фронтом углекислоты [5], устремившейся в коллектор по ослабленным зонам.

Тектонические нарушения не только способствовали появлению зон разуплотнения, но и являлись путями миграции газово-жидких флюидов. Возникновение подводящих каналов в момент раскрытия структуры при проявлении разломной тектоники объясняет наличие битумоидов в тектонических трещинах, а также подновленных трещинах спайности. Нефть, поступившая в подготовленный углекислотным метасоматозом коллектор, на контакте с поровой водой претерпела частичное окисление.

По всей видимости, растворение обломков и цемента продолжалось и при окислении поступившей в коллектор нефти, так как вблизи окисляющегося нефтяного вещества контуры зерен более растворены, а сами зерна сильнее замещены вторичными минералами и пигментированы битуми-

нозным веществом. В свою очередь, в участках с интенсивным окислением нефтяного вещества отмечается частичное уничтожение вторичной пористости пиритом и вязким битумом, заполняющим мелкие пустотки и трещинки в обломках и на их поверхности. Но степень окисления нефти невелика (пленки желтого, светло-бурого и бурого цвета), содержание цемента невысокое, благодаря выносу за пределы коллектора растворенных компонентов, сохранилось хорошо сообщаемое свободное пустотно-поровое пространство, что и обусловило высокие значения пористости и проницаемости.

Выводы

В результате литолого-петрографических исследований, проведенных в пласте $Ю_1^3$ по скважине 31Р Западно-Моисеевского участка Двуреченского месторождения, был получен материал, позволивший сделать ряд выводов.

1. Формирование емкостно-фильтрационных свойств в пласте $Ю_1^3$ Западно-Моисеевского участка Двуреченского месторождения осуществлялось гораздо сложнее, чем в песчаных породах соседних скважин. Оно контролируется как седиментационными, так и постседиментационными факторами.
2. Возникновение дополнительной емкости связано с тектоническими процессами (с проработкой коллектора углекислотой, поступившей по разлому, в непосредственной близости от которого находится скважина) и влиянием растворенных продуктов окисляющейся на водонефтяных контактах нефти. В песчаных породах проявлены процессы растворения, пластичной катагенетической и жесткой наложенной деформации обломков, перекристаллизации, замещения одних минеральных фаз другими, синтез новых минеральных фаз из растворов.
3. Процесс выщелачивания является одним из основных при формировании пустотного пространства в изучаемых гранулярных коллекторах. В результате растворения и выноса растворимых компонентов песчаники содержат невысокое количество малоустойчивых компонентов и практически мономинеральны по составу обломков (кварцевый). Также они лишены первичного цемента, и содержат в основном вторичный существенно биминеральный (кварцевый и каолинитовый) цемент, возникший из растворов.
4. В песчаниках повсеместно отмечаются хорошо сообщающиеся, свободные от минерализации поры, имеющие ровные (в случаях регенерации кварцевых зерен) или заливообразные (в случаях растворения) края. Остаточная седиментогенная пористость дополняется тектонической микротрещиноватостью, микропористостью растворения (краевых частей зерен, внутризерновой) и межпакетной.
5. Поровое пространство в большинстве случаев заполнено в той или иной степени окисленным нефтяным веществом, часть обломков и цемента интенсивно пигментирована нефтью в бурые тона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черников О.А. Комплекс методов количественного изучения песчано-алевритовых пород в связи с оценкой их коллекторских свойств // Литологические исследования пород-коллекторов в связи с разведкой и разработкой нефтяных месторождений. – М.: Наука, 1970. – С. 26–48.
2. Тектоническая карта фундамента Западно-Сибирской плиты масштаба 1:2500000 / Под ред. В.С. Суркова. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1981.
3. Орлова Л.В. Новый метод количественной оценки степени изменения структуры обломочных пород // Реферативная информация о законченных НИР в вузах УССР. – Киев, 1974. – Вып. 8. – С. 6.
4. Недоливко Н.М., Ежова А.В., Перевертайло Т.Г., Полумогина Е.Д. Влияние гранулометрического и минералогического состава на формирование коллекторских свойств песчаников пласта $Ю_1^3$ Западно-Моисеевского участка Двуреченского месторождения (Томская область) // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307. – № 5. – С. 48–54.
5. Лебедев Б.А. Геохимия эпигенетических процессов. – М.: Недра, 1992. – 126 с.
6. Сахибгареев Р.С. Вторичные изменения коллекторов в процессе формирования и разрушения нефтяных залежей. – Л.: Недра, 1989. – 260 с.
7. Сердюк З.Я. Факторы преобразования минералого-петрографического состава пород и подземных вод и их роль в формировании коллекторов и залежей углеводородов (Западная Сибирь) // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. – Томск, 2000. – Т. 1. – С. 173–174.
8. Недоливко Н.М. Минеральные индикаторы стадиального и наложенного эпигенеза в песчаниках юго-востока Нюрольской впадины // 50 лет нефтяному образованию в Сибири: Труды Междунар. конф. – Томск, 2002. – С. 84–90.
9. Перозио Г.Н. Эпигенез терригенных осадочных пород юры и мела центральной и юго-восточной частей Западно-Сибирской низменности. – М.: Недра, 1971. – 118 с.
10. Сердюк З.Я., Слепокурова Л.Д. Геолого-геофизические аномалии и их роль при поисках неантиклинальных ловушек УВ в нефтеносных толщах Западной Сибири // Геологическое и горное образование. Геология нефти и газа: Матер. Междунар. научно-технич. конф. – Томск: Изд-во ТПУ, 2001. – С. 243–246.
11. Дергачева Т.Н., Кондрина К.С. Сравнительная характеристика пород-коллекторов Яракгинско-Аянского и Шамановского месторождений // Породы-коллекторы нефтегазоносных отложений Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1984. – С. 51–60.